

26. 5. 2004

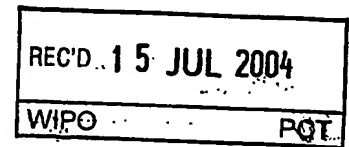
日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 6 月 2 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 8 1 5 2 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 8 1 5 2 9]



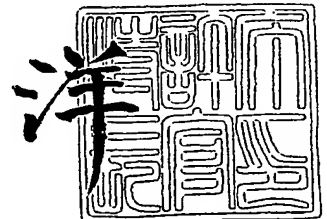
出 願 人 日本精工株式会社
Applicant(s): N S K ステアリングシステムズ株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 03NSP020

【提出日】 平成15年 6月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 5/04

【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

【発明者】

【住所又は居所】 群馬県前橋市総社町一丁目 8 番 1 号 N S K ステアリングシステムズ株式会社内

【氏名】 力石 一穂

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 302066629

【氏名又は名称】 N S K ステアリングシステムズ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077919

【弁理士】

【氏名又は名称】 井上 義雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 047050

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712176

【包括委任状番号】 0301991

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛み合わせたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 2】

前記鼓型ウォームの噛み合い中央部のバックラッシュに対し、前記鼓型ウォームの両端部のバックラッシュを大きくしたことを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

伝達トルクに応じて、前記鼓型ウォームと前記ウォームホイールとの噛み合い歯数を多くしたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 4】

前記鼓型ウォームと前記ウォームホイールとの噛み合い歯の少なくとも一方は、弾性変形可能であることを特徴とする請求項 3 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 5】

前記ウォームホイールの少なくとも歯部は、樹脂材料から形成してあることを特徴とする請求項 4 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 6】

前記鼓型ウォームの条数は、2 条以上としたことを特徴とする請求項 5 に記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力軸に伝達する電動パワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

自動車の操舵系では、外部動力源を用いて操舵アシストを行わせる、いわゆるパワーステアリング装置が広く採用されている。従来、パワーステアリング装置用の動力源としては、ベーン方式の油圧ポンプが用いられており、この油圧ポンプをエンジンにより駆動するものが多かった。ところが、この種のパワーステアリング装置は、油圧ポンプを常時駆動することによるエンジンの駆動損失が大きい（最大負荷時において、数馬力～十馬力程度）ため、小排気量の軽自動車等への採用が難しく、比較的大排気量の自動車でも走行燃費が無視できないほど低下することが避けられなかった。

【0003】

そこで、これらの問題を解決するものとして、電動モータを動力源とする電動パワーステアリング装置（Electric Power Steering、以下EPSと記す）が近年注目されている。EPSには、電動モータの電源に車載バッテリーを用いるために直接的なエンジンの駆動損失が無く、電動モータが操舵アシスト時にのみに起動されるために走行燃費の低下も抑えられる他、電子制御が極めて容易に行える等の特長がある。

【0004】

EPSでは、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに対応して、電動モータから補助操舵トルクを発生して、動力伝達機構（減速機）により減速して操舵機構の出力軸に伝達するようになっている。

【0005】

この動力伝達機構（減速機）として、ウォームギヤ機構を用いたEPSでは、電動モータの駆動軸側のウォームに、ウォームホイールが啮合してあり、このウ

ウォームホイールは、操舵機構の出力軸（例えば、ピニオン軸、コラム軸）に嵌合してある。

【0006】

ところで、EPSの高出力化の取り組みにおいて、ウォーム減速機のグリース開発、樹脂材料開発を行っているが、材料面から飛躍的に性能を向上させるのは難しい状況であり、近年、機構的にブレイクスルー出来る可能性のある鼓型ウォーム減速機の開発を進めている。

【0007】

今まで使用していたウォーム減速機は、円筒ウォーム減速機である。円筒ウォームに対して、鼓型ウォームは、ウォームがホイール形状を包絡する様に文字通り鼓型形状を成しているのです、誰が見ても噛み合い率（数）を向上させることができるのは明らかである。

【0008】

例えば、円筒ウォームとしては、特許文献1、及び特許文献2を挙げることができる。特許文献1は、ウォーム条数を3条とすることで、噛み合い歯数を増加させて、接触面圧を低下させて 耐久摩耗性を改善させたものである。特許文献2は、円筒ウォームとホイール歯面の接触線が長くなるホイール形状とすることで、接触面圧を低下させて耐久摩耗性を改善させたものである。

【0009】

一方、鼓型ウォームを開示したものでは、ウォームを、ホイール外周形状に沿ったウォーム形状した鼓型ウォームとすることで、同様に 噛み合い歯数を増加させたものがある。

【0010】

【特許文献1】

特開 2001-270450号公報

【特許文献2】

特開 2002-173041号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

近年、開発を進めている鼓型ウォームの場合には、食い違い軸であるホイールの回転軸と、ウォームの回転軸との距離は、両軸の垂線の足の長さ（芯間距離）を最短として、ホイールの回転位相に伴って増加する。

【0012】

ホイールのピッチ円半径を R 、ウォームの垂線の足からの距離を X とすると、ウォームのピッチ円半径の増加量 δ は

【数1】

$$\delta = R - \sqrt{R^2 - X^2}$$

となる。

【0013】

この為、鼓型ウォームのピッチ円径は垂線の足の位置（ $X=0$ ）を最小径として、ウォームの軸線方向に離れるに従い対称形状で連続的に大径となっている。

【0014】

一方、図4に示すように、円筒ウォームにおいては、ギヤハウジング a に円筒ウォーム b を回転自在に支持している場合、ギヤハウジング a に対して、円筒ウォーム b が軸方向に位置ズレを生じたとしても、図5（b）に拡大して示すように、円筒ウォーム b のピッチ円は、円筒ウォーム b の軸線方向のどの位置においても、一定値であることから、ホイール c と、円筒ウォーム b との噛み合いには、何ら影響を及ぼすことは全くない。

【0015】

なお、ピッチ円を軸方向に繋げた包絡面は、円筒となる。図示では、その円筒の断面を示している。その円筒面と、ホイール c のピッチ円との交点は、その円筒面が軸方向に動いても変わらない。円筒ウォーム b の場合、ホイール c をギヤハウジング a に装着後、モータ取付孔 d 側から、円筒ウォーム b を回転させながら、螺進させて組み付けることが出来る。

【0016】

しかしながら、鼓型ウォームにおいては、鼓型ウォームの最小ピッチ円の位置

を、ギヤハウジングのホイール回転軸とウォーム回転軸との垂線の足の位置にきわめて正確に一致させなければならない。鼓型ウォームがホイールに対して一側へずれると、鼓型ウォームの一端側は両ピッチ円が離れ、他端側は両ピッチ円が交錯するので、一端側では、バックラッシュが大となり、他端側では、バックラッシュが小となる。ズレによるバックラッシュ変化が大きければ、歯面が干渉して円滑な回転伝達が出来なくなる。また、バックラッシュを大きくすると、歯面同士の打音が大きくなってしまうという問題がある。

【0017】

また、円筒ウォームにおいては、加工終了後に、3針法にて簡易にピッチ円径を測定することが出来る。

【0018】

しかし、鼓型ウォームでは、連続的にピッチ円径が変化しているので、従来の測定3針法では、ピッチ円の計測は、不可能であり、ピッチ円の最小径の軸方向位置を正確に割り出すことは、困難であり、ウォーム加工時の加工基準からの位置精度に頼ることとなる。

【0019】

以上から、鼓型ウォームやハウジングの加工誤差による位置ズレ（ミスアライメント）を修正するため、鼓型ウォームは、軸方向に位置を正確に調整する困難な作業が必要である。

【0020】

本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであつて、鼓型ウォームを用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォームの位置決めを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行えるようにした電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明の請求項1に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加された操舵トルクに応じて、電動モータから補助操舵トルクを発生して、ウォームギヤ機構により減速して操舵機構の出力

軸に伝達する電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームギヤ機構は、前記出力軸に設けたウォームホイールに、前記電動モータにより駆動する鼓型ウォームを噛合させたことを特徴とする。

【0022】

本発明の請求項2に係る電動パワーステアリング装置は、前記鼓型ウォームの噛み合い中央部のバックラッシュに対し、前記鼓型ウォームの両端部のバックラッシュを大きくしたことを特徴とする。

【0023】

本発明の請求項3に係る電動パワーステアリング装置は、伝達トルクに応じて、前記鼓型ウォームと前記ウォームホイールとの噛合い歯数を多くしたことを特徴とする。

【0024】

本発明の請求項4に係る電動パワーステアリング装置は、前記鼓型ウォームと前記ウォームホイールとの噛合い歯の少なくとも一方は、弾性変形可能であることを特徴とする。

【0025】

本発明の請求項5に係る電動パワーステアリング装置は、前記ウォームホイールの少なくとも歯部は、樹脂材料から形成してあることを特徴とする。

【0026】

本発明の請求項6に係る電動パワーステアリング装置は、前記鼓型ウォームの条数は、2条以上としたことを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態に係る電動パワーステアリング装置を図面を参照しつつ説明する。

【0028】

図1は、本発明の実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

【0029】

図 2 (a) は、図 1 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、(b) は、鼓型ウォームのピッチ円とホイールのピッチ円の関係を示す模式図である。

【0030】

図 3 (a) は、図 1 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、(b) は、鼓型ウォームのピッチ円包絡線とホイールのピッチ円の関係を示す模式図であり、(c) は、バックラッシュの大小を示す模式図である。

【0031】

図 1 に示すように、本第実施の形態では、ウォームギヤ機構のギヤハウジング 1 内に、鼓型ウォーム 2 と、この鼓型ウォーム 2 に噛合したウォームホイール 3 とが収納してあり、ギヤハウジング 1 の側方には、鼓型ウォーム 2 を駆動する電動モータ 4 が装着してある。ウォームホイール 3 は、操舵機構の出力軸 5 (例えば、ピニオン軸、コラム軸) に嵌合してある。これにより、ステアリングホイール (図示略) に印加された操舵トルクに応じて、電動モータ 4 から補助操舵トルクを発生して、鼓型ウォーム 2 とホイール 3 により減速して、操舵機構の出力軸 5 に伝達するようになっている。なお、符号 5 a は、トーションバーを示している。

【0032】

また、鼓型ウォーム 2 の場合、ピッチ円が干渉して、円筒ウォームのように組み付けられない。そのため、鼓型ウォーム 2 をホイール 3 に噛み合わせた状態において、両端側から、軸受 6, 7 を組み付けている。即ち、鼓型ウォーム 2 の両端部を回転自在に支持する軸受 6, 7 は、それぞれ、スナップリング 8 (モータ取付孔 10 側) やカバー 9 (軸端側) により調整可能に取付けてあり、軸受 6, 7 の端面位置を、スナップリング 8 やカバー 9 の端面位置等で調整して、ミスマライメントの調整を行うことができる。

【0033】

ところで、図 2 (b) に示すように、鼓型ウォーム 2 の場合には、食い違い軸であるホイール 3 の回転軸と、鼓型ウォーム 2 の回転軸との距離は、両軸の垂線の足の長さ (芯間距離) を最短として、ホイール 3 の回転位相に伴って増加する

【0034】

ホイール3のピッチ円半径をR、鼓型ウォーム2の垂線の足からの距離をXとすると、鼓型ウォーム2のピッチ円半径の増加量 δ は

【数2】

$$\delta = R - \sqrt{R^2 - X^2}$$

となる。

【0035】

この為、鼓型ウォーム2のピッチ円径は、垂線の足の位置($X=0$)を最小径として、鼓型ウォーム2の軸線方向に離れるに従い対称形状で連続的に大径となっている。

【0036】

一方、図3(b)に示すように、鼓型ウォーム2のピッチ円半径の増加量 δ_1 、鼓型ウォーム2のピッチ円径の包絡線の曲率を R_1 とした時に、
 $R_1 > R$: ホイール3のピッチ円半径とし、

【数3】

$$\delta_1 = R_1 - \sqrt{R_1^2 - X^2} < \delta$$

となるようにしている。但し、 R_1 は、定数でも、 δ_1 値が任意のXの増加に応じて増大するような関数であってもよい。

【0037】

鼓型ウォーム2の位置ズレによる、ホイール3のピッチ円と、鼓型ウォーム2のピッチ円との干渉は、鼓型ウォーム2の中央部ではきわめて小さく、両端側ほど多くなる。

【0038】

図3(b)に示すように、鼓型ウォーム2のピッチ円を繋げた包絡線の曲率を

ホイール 3 のピッチ円半径よりも大とすれば、図 3 (c) に示すように、鼓型ウォーム 2 の最小バックラッシュは、大きくすること無く、鼓型ウォーム 2 の両端側のバックラッシュを大きくすることが出来る。

【0039】

従って、バックラッシュに起因する歯面の打音を大きくすること無く、ミスアライメントによる歯面の干渉を防止することが出来、調整作業の公差を緩和できるので生産性を向上させることが出来る。

【0040】

また、ホイール 3 の少なくとも歯部を合成樹脂製とすることにより、撓み易くし、伝達トルクに応じて、ホイール 3 と、鼓型ウォーム 2 との噛み合い歯数を順次、増加させることが出来る。

【0041】

従って、伝達トルクに応じて増加する接触面圧の増加を、負荷圏を広げること、小さく抑えることができ、摩耗耐久性を向上させることが出来る。

【0042】

さらに、鼓型ウォーム 2 の条数を多条化すると、全負荷時噛み合い歯数が大きくなるので、伝達トルクに応じた負荷圏の広がりをも滑らかに繋げることが出来、面圧の増加さらに滑らかにすることで、摩耗耐久性を向上させることが出来る。

【0043】

また、鼓型ウォーム 2 の場合、ピッチ円が干渉するので、円筒ウォームのように組み付けられないので、鼓型ウォーム 2 をホイール 3 に噛み合わせた状態で両端側から軸受けを組み付ける。軸受 6 の端面位置をスナップリング 8 等で調整して、ミスアライメントの調整を行う。

【0044】

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されず、種々変形可能である。

【0045】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、鼓型ウォームを用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォームの位置決めを著しく

容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行えるようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

【図 2】

(a) は、図 1 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、(b) は、鼓型ウォームのピッチ円とホイールのピッチ円の関係を示す模式図である。

。

【図 3】

(a) は、図 1 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、(b) は、鼓型ウォームのピッチ円包絡線とホイールのピッチ円の関係を示す模式図であり、(c) は、バックラッシュの大小を示す模式図である。

【図 4】

従来に係る電動パワーステアリング装置の縦断面図である。

【図 5】

(a) は、図 4 に示した電動パワーステアリング装置の縦断面図であり、(b) は、円筒ウォームのピッチ円とホイールのピッチ円の関係を示す模式図である。

。

【符号の説明】

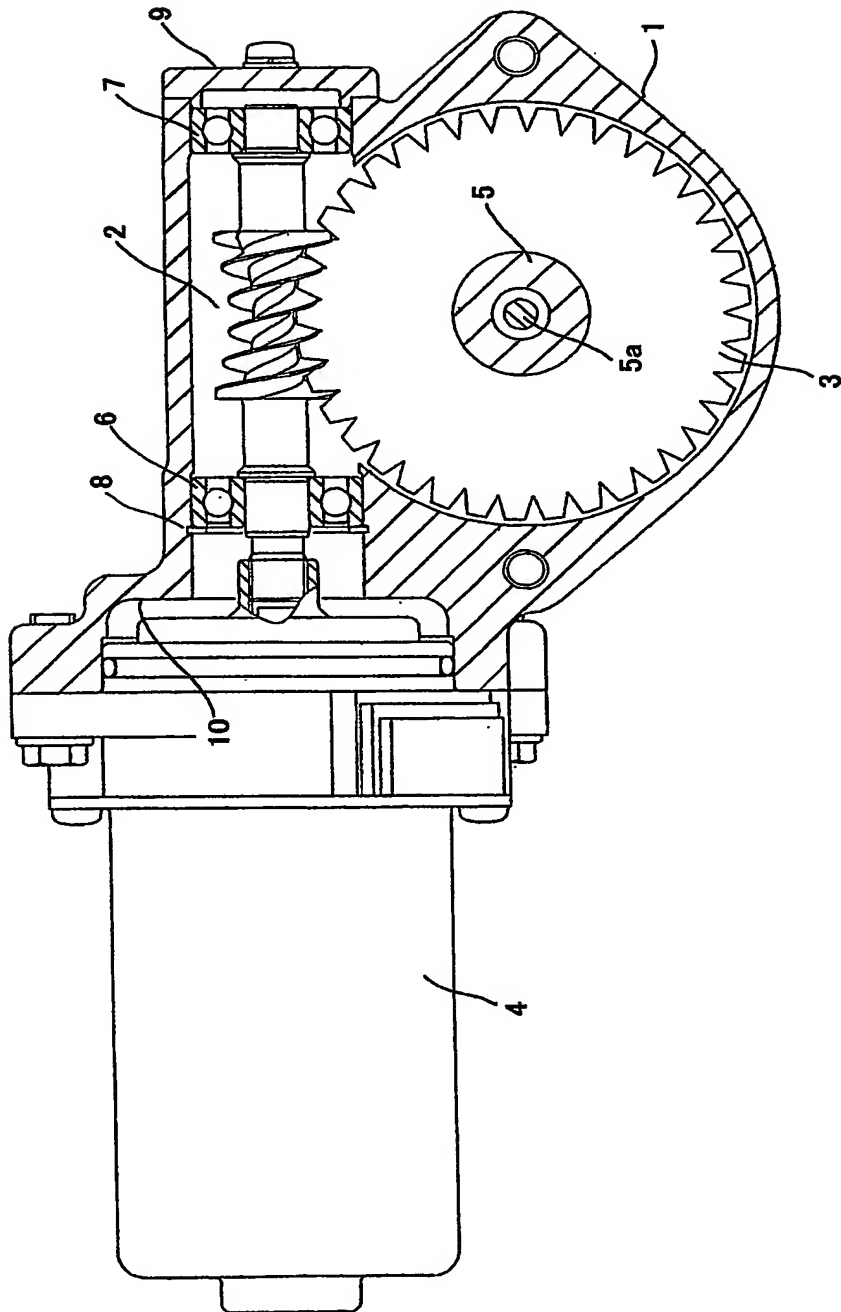
- 1 ギヤハウジング
- 2 鼓型ウォーム
- 3 ウォームホイール
- 4 電動モータ
- 5 出力軸
- 5 a トーションバー
- 6 軸受
- 7 軸受
- 8 スナップリング
- 9 カバー

1 0 モーター側孔

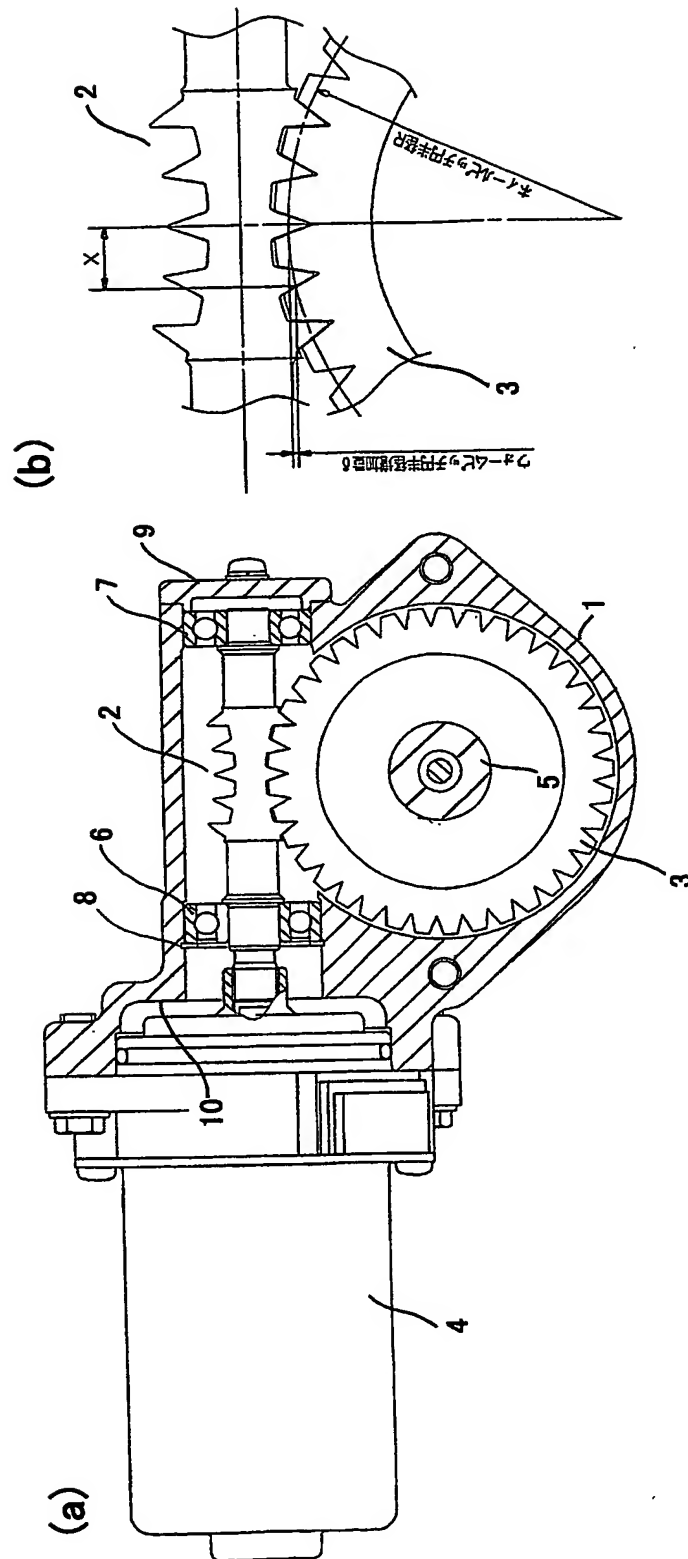
【書類名】

図面

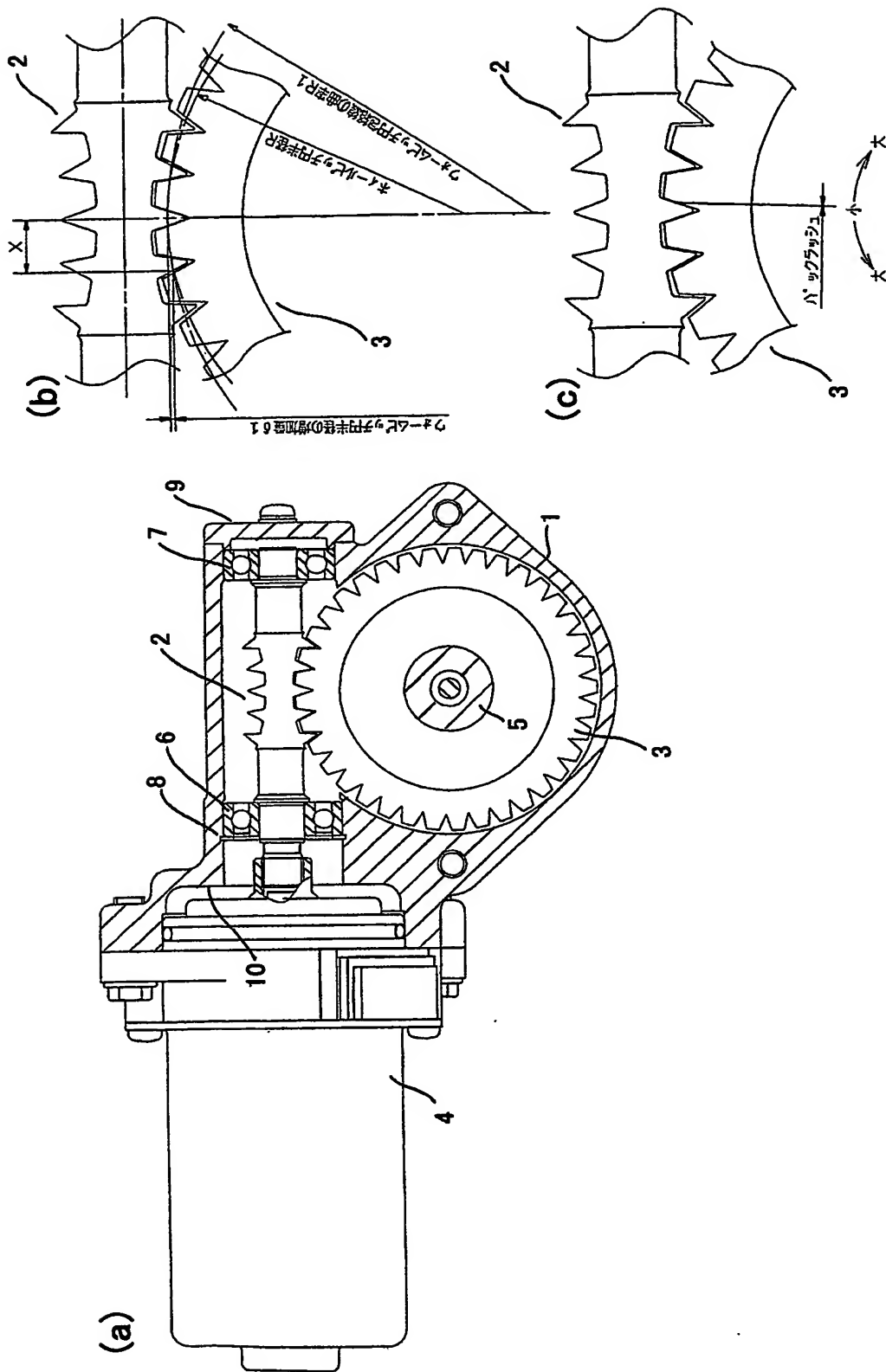
【図 1】



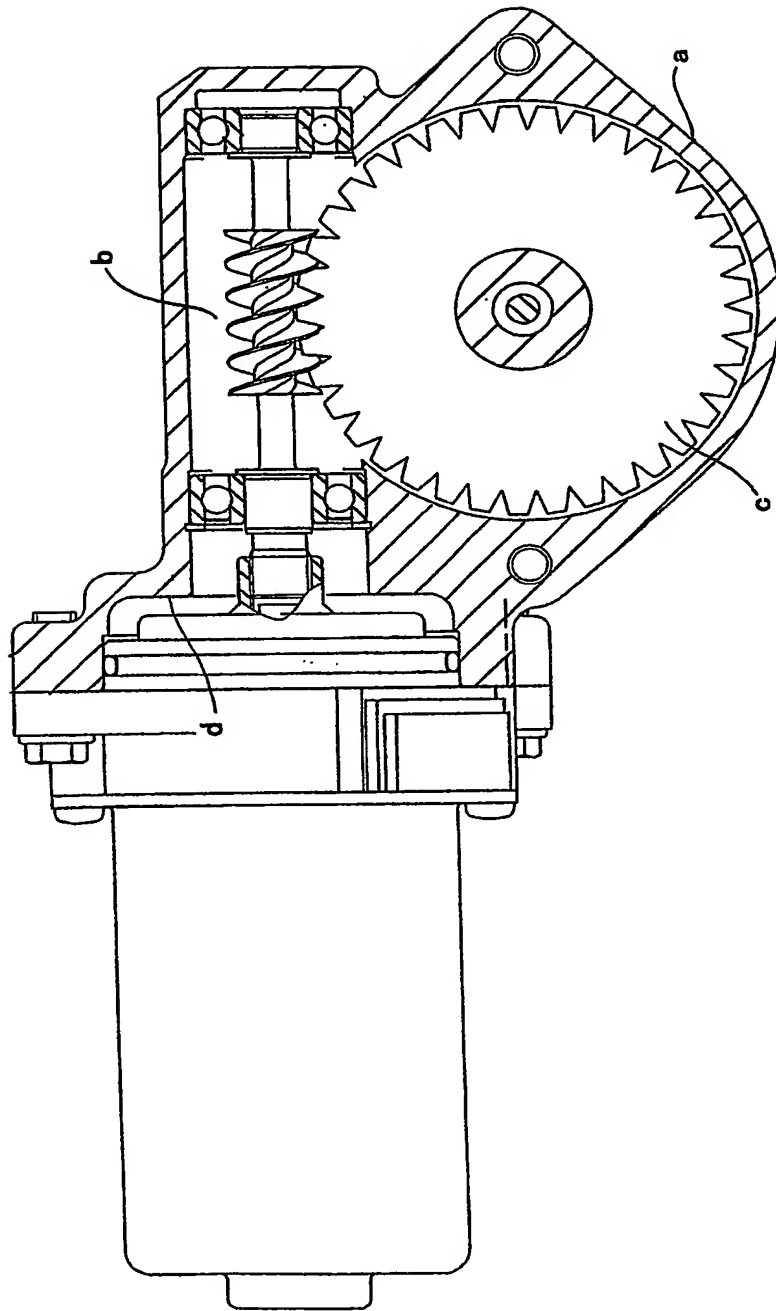
【図 2】



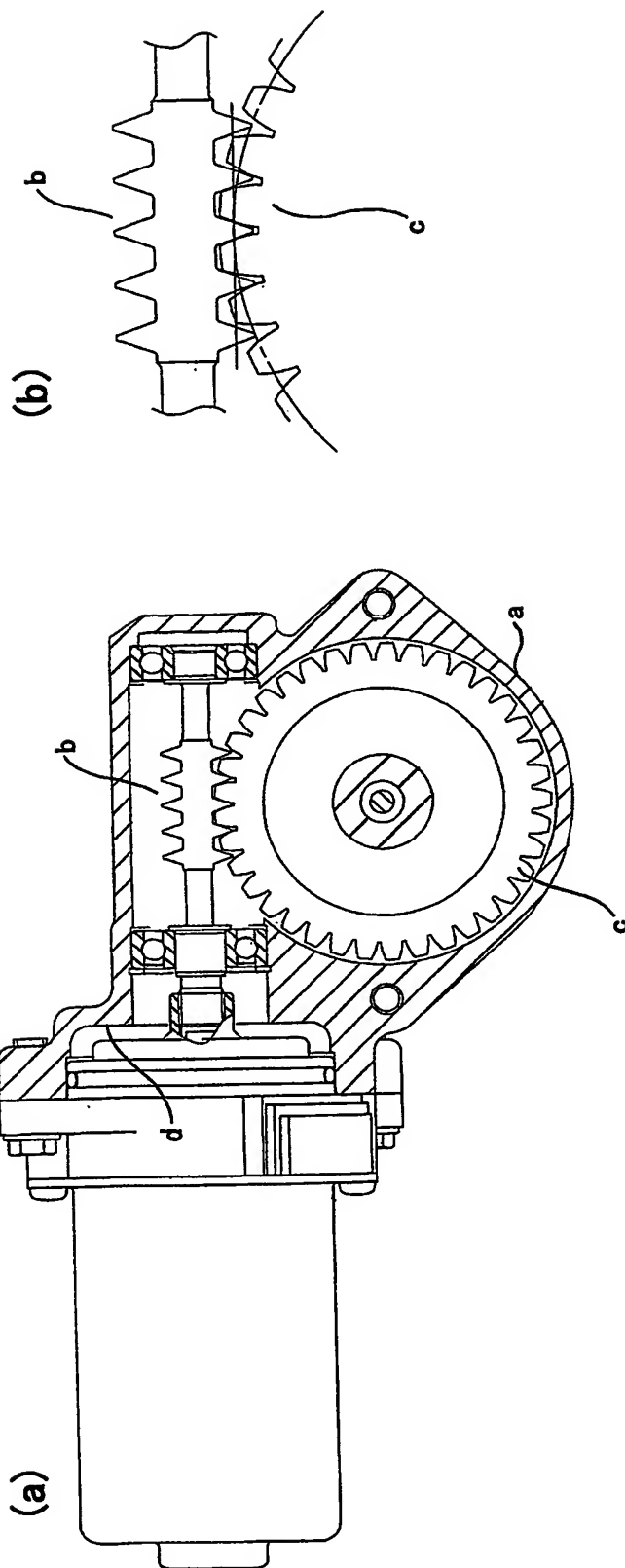
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 鼓型ウォームを用いることにより、噛み合い率を向上して、高出力化を図ると共に、鼓型ウォームの位置決めを著しく容易にして、ミスアライメントの調整を容易に行えるようにすること。

【解決手段】 (b) に示すように、鼓型ウォーム 2 のピッチ円を繋げた包結線の曲率をホイール 3 のピッチ円半径よりも大とすれば、(c) に示すように、鼓型ウォーム 2 の最小バックラッシュは、大きくすること無く、鼓型ウォーム 2 の両端側のバックラッシュを大きくすることが出来る。そのため、バックラッシュに起因する歯面の打音を大きくすること無く、ミスアライメントによる歯面の干渉を防止することが出来る。

【選択図】 図 3

特願 2003-181529

出願人履歴情報

識別番号

[000004204]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都品川区大崎1丁目6番3号

氏名

日本精工株式会社

特願 2003-181529

出願人履歴情報

識別番号

[302066629]

1. 変更年月日
[変更理由]

住所
氏名

2002年11月21日

新規登録

東京都品川区大崎1丁目6番3号

NSKステアリングシステムズ株式会社